



加速度传感仪在射击射箭运动训练中的应用

米卫国

摘要: 采用加速度传感仪来分析射击射箭项目的专项技术特点, 通过相关部位的加速变化曲线来反映专项技术动作的稳定性及时相等特征, 方法新颖, 具有良好的可行性。实践说明, 进一步提高加速度传感仪的精度、适宜频率、数据传输方式及校准方法等将是方法本身在射击射箭项目中深入应用的发展方向。

关键词: 射击; 射箭; 加速度传感仪; 应用

中图分类号: G804.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2010)01-0077-03

Application of Acceleration Sensing Instrument to Shooting and Archery Training

MI Wei-guo

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

Abstract: Acceleration sensing instrument was applied to analyze the specific technical characteristics of shooting and archery. Acceleration Curves of the relative parts may reflect the characteristics of stability and phase of the specific technical movements. This novel method has very good feasibility. Practice proves that improving the accuracy, appropriate frequency and data transmission and calibration methods will further promote the application of the instrument to shooting and archery.

Key words: shooting; archery; acceleration sensing instrument; application

射击射箭类项群技术动作的外在表现并不复杂, 但动作的精细程度, 动作稳定性和一致性方面是其它任何项目所不具备的, 在训练实践中, 快速准确找出与专项技术有关的稳定性与一致性方面的特征参数, 是提高专项技术水平的有效途径。理论和事实说明, 与常规的技术诊断方法相比较, 加速度传感器无论从灵敏度、快速反馈等方面都有它独到的优势。

许多有关体力活动的研究中, 有过关于加速度传感器应用的报导, 特别是近些年来, 关于人体活动能量消耗、步态等有关领域的研究中, 有不少方法都涉及到加速度传感器的应用。如美国、日本等学者在研究适合测评人体活动的传感器方面, 取得了丰富的经验。然而, 在竞技运动领域, 限于条件及方法适用性等方面原因, 把加速度传感器应用在竞技运动训练过程中的案例极少。

针对一线运动队在备战十一届全运会训练的科技攻关服务过程中, 采用加速度传感仪来分析高水平运动员在运动训练中的技术状况, 以及在实践使用当中的一些情况和问题进行归纳总结, 以资后续相关应用与研究参考。

1 射击射箭项目中几个常用技术诊断方法应用的局限性

目前, 用于射击射箭类项目技术动作分析与评价的几个主要方法包括, 表面肌电图 (sEMG), 激光与红外线瞄准类仪器, 运动影像分析 (主要依赖 Dartfish、APAS 等运动分析系统), 高速录像、平衡测量仪, 高速红外扫描三维动作分析 (如 Qualysis 系统) 等, 并且多数集成或伴有心率参数同时进行。这些测评的方法手段主要用于分析专项动作结

构、肌肉活动状况, 瞄准轨迹晃动规律, 完成动作时身体重心稳定情况等, 来辅助分析或帮助解决运动员在完成专项技术动作中存在的问题。

射击射箭运动技术表现为动作精细, 重复性高, 动作一致强、尤其对于一线高水平运动员, 动作差异极小, 常规的技术诊断方法往往难以通过比较法来发现其中可能存在的问题, 比如在一些运动学的参数的测量比较方面, 更是如此, 如果把运动员专项技术的个性特征结合起来, 那么这些数据所反映的有效、有用信息就相当有限了。

2 测试所用加速度传感仪的工作原理与主要参数

随着电子技术的发展, 集成电路工艺的提高, 目前的加速度基本克服了价格昂贵、可靠性低、体积较大的缺点, 因而在实践上已经能够满足部分运动测试的需要。我们采用的是美国产 IDEEA 二代改进产品, 根据我们的特殊要求作了些适应性改变, 同时配备了二轴和三轴二种传感器, 量程为 $\pm 3 g$, 采样频率分别为 32 Hz 和 64 Hz, 并且具备同时记录心率的功能。产品体积小, 便携, 工作时长, 一般采用以训练课为单位。传感器实物及工作原理如图 1。

实际测试使用当中, 我们根据实际需要, 主要记录腰部以及持枪、持弓臂数据, 并同步记录 ECG (三导)、HR 数据。

3 加速度传感器测量的有关时间参数及其训练学意义

采用加速度传感器记录运动员整堂课的数据, 有重要的重要的价值。从数据的整体可以获得基本的训练量, 比如

收稿日期: 2009-12-31

基金项目: 上海市体育局科研攻关与科技服务 (09TF006)

作者简介: 米卫国, 男, 助理研究员, 博士, 主要研究方向: 运动生物力学。

作者单位: 上海体育科学研究所, 上海 200030

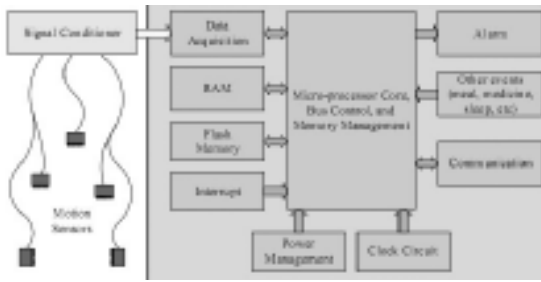


图1 加速度仪及工作原理示意图

Figure 1 Acceleration Sensing Instrument and Its Working Principle

完成动作的次数、全部训练时间，训练期间的即时心率等数据。这些数据的对于掌握运动员的训练负荷等方面的情况有较大的帮助，如图2。

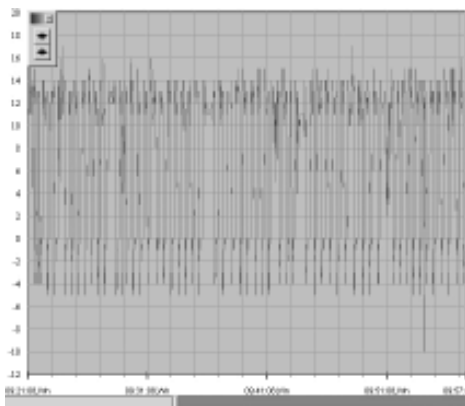


图2 某气手枪运动员完成50发持枪臂加速度曲线

Figure 2 Gun-Holding Arm Acceleration Curve of the Air Pistol Shooter Completing 50 Shots

图2为某气手枪运动员约1个小时左右技术训练课50发的持枪手臂的动作加速度曲线，为了便于观察，只截取两个方向的曲线图，从图中可以看出，该运动员50个完整动作一致性相当高，包括举枪、瞄准、击发后的保持动作，甚至连后续动作环节如放下、动作之间的间隔等都极为“精准”如果取其中某一个动作进行深入分析，可作适当处理，得出如图3单个动作的曲线图。

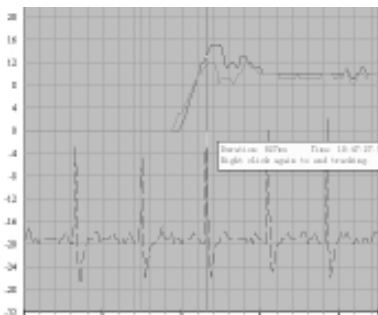


图3 单个动作的持枪臂加速度曲线及ECG曲线图

Figure 3 Gun-Holding Arm Acceleration Curve of the Individual Movement and ECG Curves

在单个动作的曲线图中，增加了有关ECG的曲线图，从心电的曲线图形可以容易地了解到运动员在完成击发动作时的心电情况，比如心率(HR)等，图3中为了便于观察，我们去掉了稳定瞄准阶段和击发后的持续动作两个环节，只

选取了运动员在击发瞬间前后共约4s左右时间内手部分动作晃动情况，心电曲线的波峰显然是左心室强有力收缩瞬间，从ECG曲线，可以看出，运动员在完成动作的瞬间，心动周期约为0.83s，即心率为72次/min，是相当平静的。

从曲线上分析，我们可以看出，气手枪运动员在完成击发前，持枪手臂相当稳定，加速传感器曲线是一条连毛刺都没有的直线，表明传感器没有感受到任何动作晃动，说明运动员的手臂动作是“纹丝不动”的。在完成击发瞬间，受后座力影响，手臂出现轻微晃动。尽管晃动的幅度通过肉眼是难以看到，但在加速度传感器曲线上还是比较明显的波动，如图3。从图3可以知道，运动员扣动扳机的这个关键动作刚好是在两次心搏之间完成的，这对提高命中率显然是非常有利的，通过类似的监测发现，当个别运动员在完成动作时心率达到110次以上后，击发时机与心搏的时序关系规律就变得紊乱起来，且专项动作在节奏方面亦产生变化，成绩下降。我们采用这一方法，首次实现了击发时机与心搏的时序关系这一参数监测，在运动员的专项技术训练的监测与分析中增加了一项颇有参考价值的指标。

4 应用加速度传感器对持枪、持弓臂加速度变化分析及其比较优势

射击射箭运动员持枪、持弓臂的稳定能力是决定专项技术水平的重要因素之一，采用运动影像解析的方法，很难反应表现准确类项目技术动作上的细微差异，况且传统影像解析法的操作效率相对较低、而且在反映动作变化规律方面的精度相对差一些，因此，常规运动解析法这类项群的实践中，难以满足专项技术训练多次、快速反馈的要求。

目前，能够比较好地用于监测持枪、持弓臂的生物力学方法主要有两种，一是采用红外光点三维扫描的办法，这一方法操作起来相对复杂，环境要求苛刻，成本较高；另一种就是采用瞄准仪的办法，以枪、弓把上红外线或激光束在靶面的晃动轨迹（通过相应软件实现）来判断持枪、弓臂的稳定性情况，这也是目前比较常用的办法，市场上类似的专业设备也比较多。这类设备的优点是直观，准确，反馈快，缺点是工作距离有限，且光源发射装置增加了额外的负重，影响了动作，另外，枪、弓的震动容易导致发射装置位移，使得已校好数据发生偏差，从而影响数据的准确性。

图4的曲线的上半部分为持弓手臂与身体重心位置的晃动情况，两图下半部分分别为同步记录的即时ECG曲线。稍作分析不难发现，很明显，手臂动作的变化幅度较重心位置的变化幅度要大得多，且重心位置的变化幅度极小，尤其是前后向晃动几乎没有，这说明两名射箭运动员的动作变化规律均具有较高的动作一致性。在持弓手稳定性方面，左边曲线所对应的运动员要更强一些，并且曲线所反映出来动作直线用力效果更明显，缺点是重心在射箭面内晃动的时机稍早，且幅度较右边曲线对应的运动员要大，在技术存在松散隐患。经过长时间跟踪分析和高速录像监测等方法也证实了这一点。

5 加速度传感器身体重心位置的稳定性测量及综合分析

目前，对运动员身体重心晃动的测量基本上是以测力平台或测力鞋垫的方式来实现的。测力平台可以准确反应重心

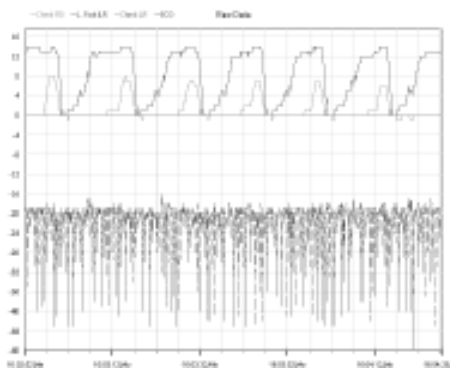


图4 两名射箭运动员在一组训练中的持弓臂与重心位置加速度与ECG曲线
Figure 4 Bow-Holding Arm and Acceleration of Gravity Position in a Set of Training of Two Archers and ECG Curves

的晃动轨迹,测力鞋垫则能够通过脚底各部位的压力分布规律来判断重心的大致变化情况,相比较于加速度传感器测量,它们的优点是不论静态或动态重心的变化规律都能较好的体现出来,而加速度传感器对静态重心位置的变化则无能为力。

采用加速度传感器来测量重心位置变化规律,它对击发瞬间的晃动情况是比较敏感的。实践当中往往是这一瞬间所表现出来规律和专项技术水平存在着更多的关联。如在射箭项目中,如果运动员在完成撒放动作时,直线用力效果不理想,或站立动作不合理,势必造成身体前后方向的晃动较快,幅度可能也比较大,并且可以与箭道方向的晃动的时间关系作比较,则能够比较容易发现动作中可能存在的问题。图5为射箭运动员在撒放时身体重心的晃动变化规律。从中可以看出,该运动员在完成撒放动作瞬间,身体晃动呈现不同的变化趋势。无论是从变化幅度,还是从不同方向变化的时序上来看,都有较大的不同,说明这名运动员的动作一致性存在较大的差异性,效果不理想。

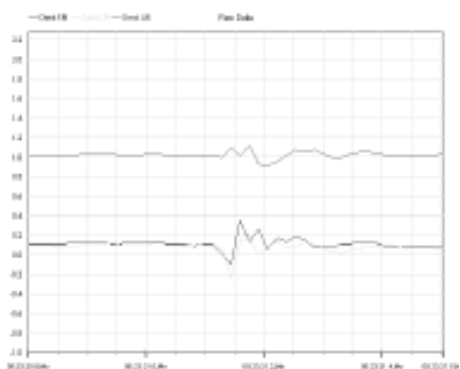


图5 射箭运动员在击发瞬间射体重心位置加速度变化曲线图
Figure 5 Acceleration Curve of the Body Gravity Position of Shooter in Triggering

在飞碟项目中,身体重心的变化规律也是相当重要的一个参数之一,运动员在完成审靶瞄准短短0.5s左右的时间,以躯干的转动动作,带动上肢与枪枝稳定架构,完成跟靶、瞄准、击发等一系列的动作。根据力偶原理,要想转动速度越快,那么转动轴应接近某个人枪质量体的某个垂直中心线。这样,采用加速度传感器特有方向性特点,所

得数据应相对较小,且变化的规律应与托枪臂的变化趋势一致,在动作变化时相方面应遵循特定的规律。图6为多向飞碟运动员的完成考核过程中某个时间段的加速度变化曲线。

图6所示的是飞碟单靶击发瞬间的躯干与托枪臂的加速度变化曲线,从变化幅度上讲,显然是臂的转动幅度要大得多,这不难理解,但从曲线变化的时相上看,手臂的动作要稍早于躯干的转动动作,这种变化规律是否可以认为腰部带动躯干及上肢转动方面做得还不够,或动作上存在一定的不合理性,还是由于测量方法本身的特点,这有待于更多、更深入的测试与研究。

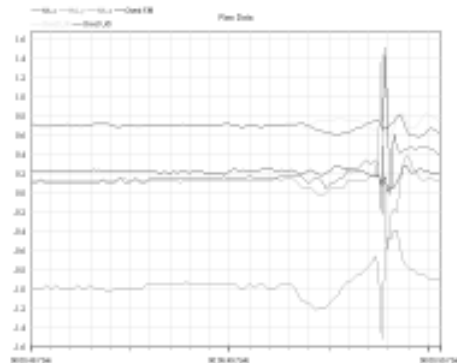


图6 飞碟运动员完成单靶击发瞬间躯干与托枪臂加速度曲线
Figure 6 Trunk and Gun-Holding Arm Acceleration Curves of a Clay Pigeon Shooter Completing One-Target Triggering

另外,曲线上还可清楚看出,跟靶至击发的整个动作周期约为0.42s,如果加上0.12s左右的反应时,飞碟从飞出到击发约为0.54s,理论上处于最有效的命中范围的临界值。

6 小结

采用用加速度传感仪来分析射击射箭运动员专项动作的稳定性,方法新颖,实践中具有可行性,它与其它相关技术诊断方法,如表面肌电、影像分析等方法相辅相成,综合运用,能够比较好地采集到相应动作环节部位稳定性与心电方面的相关数据,有助于发现专项技术训练中可能存在的问题。

在实际使用当中,我们也发现,要更好把加速度传感仪应用到运动技术诊断中,方法本身的精度、校准方法、采样频率等方面的参数还有待进一步提高,另外,在数据传输方面,采用无线传输等方法能够较大程度上减少对运动员的干扰,有利于提高所获取数据的准确性。

参考文献:

- [1] 章吉良,等.微传感器原理、技术及应用[M].上海:上海交通大学出版社,2005.12(1)
- [2] 郭蓓.射箭项目备战重大比赛的训练理论与方法[M].黑龙江:黑龙江科学技术出版社,2007.8
- [3] 中国国家体育总局.中国体育教练员岗位培训教材—射箭[M].北京:人民体育出版社,2001.10
- [4] 李良标,赵墨臣.射箭技术的生物力学研究[J].北京体育学院学报,1987(3)

(责任编辑:何聪)